



Ein flexibles mehrbenutzerfähiges Datenübertragungsprotokoll für ein geostationäres Relaissatellitensystem

Anton Donner, Hermann Bischl, Hartmut Brandt, Zoltán Katona
DLR Institut für Kommunikation und Navigation

GOSATCOM 2017



Wissen für Morgen

Motivation RF-Relaissatellitensysteme für LEO Satelliten

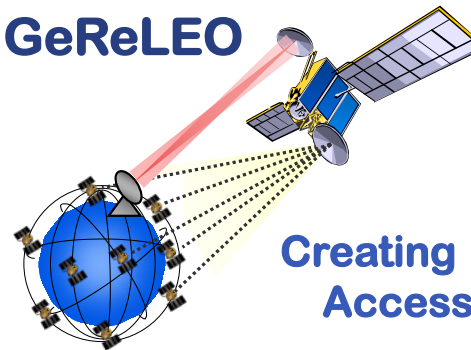
Direkter LEO-Boden-Link

- kurze Kontaktzeiten
- hohe Datenraten
- aufwändiges Bodensegment



Bildquelle: DLR (CC-BY 3.0)

GeReLEO



Creating Access

RF-GEO-Relaissystem

- lange Kontaktzeiten
- kleine bis moderate Datenraten
- für viele kleine LEO Sat. (und UAS!) geeignet
- voll mehrteilnehmerfähig

Relaissatellit mit optischen ISLs

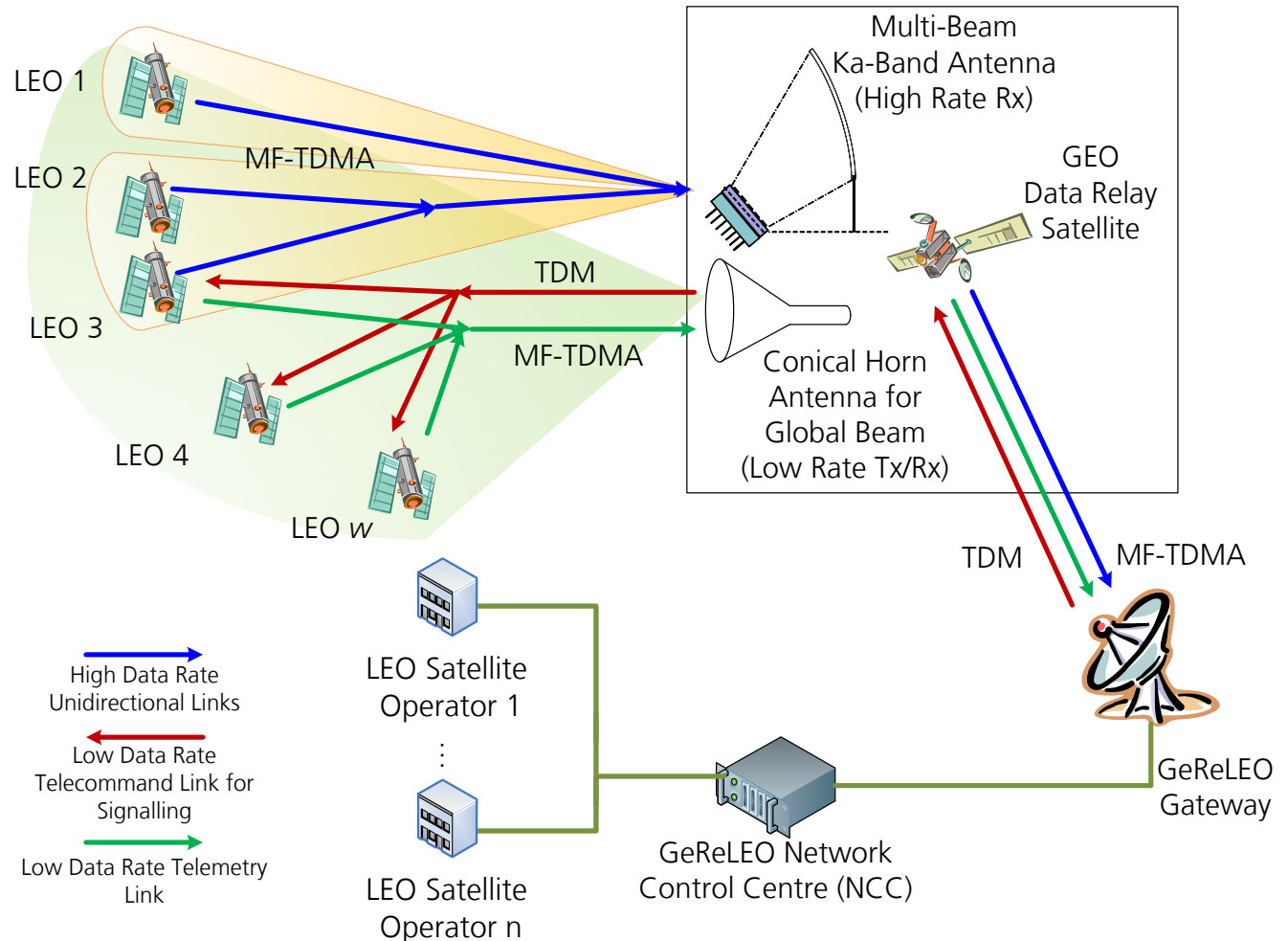
- lange Kontaktzeiten
- sehr hohe Datenraten
- für größere LEO Satelliten



Konzept Geostationäres RF-Relaissatellitensystem

Bidirektional:
Telemetry/
Telecommand

Unidirektional:
hochratiger
Datendownload



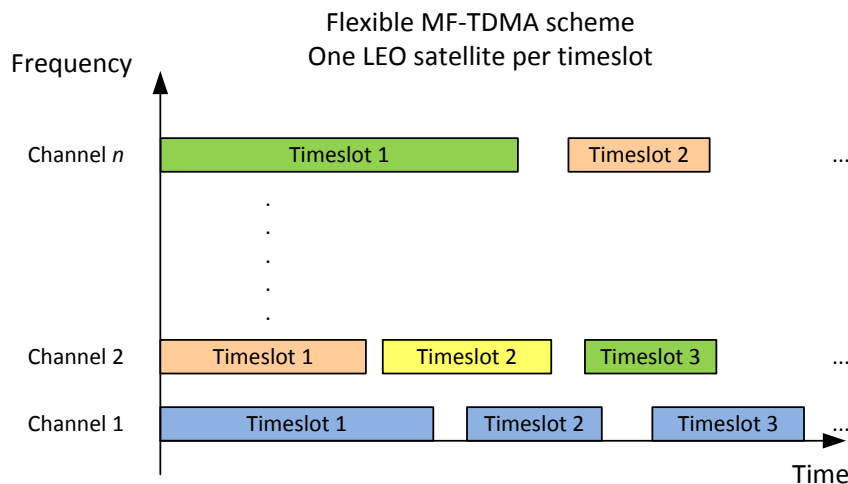
Herausforderungen

- Vielfachzugriff (Unterstützung mehrerer LEO-Satelliten)
 - Möglichst hoher Datendurchsatz
 - Zeitvarianter Übertragungskanal
 - Regendämpfung (GEO - Gateway)
 - Abstandsänderung GEO – LEO
 - “Durchfliegen“ der GEO-Beams, mögliche Fehlausrichtung der Antennen
 - Beamwechsel
 - LEO Satellit zeitweise nicht sichtbar
 - Mögl. Leistungsbeschränkung der LEO-Satelliten
- Entwicklung eines geeigneten Datenübertragungsprotokolls (Data Link Layer, DLL) im GeReLEO-MODULOS Projekt

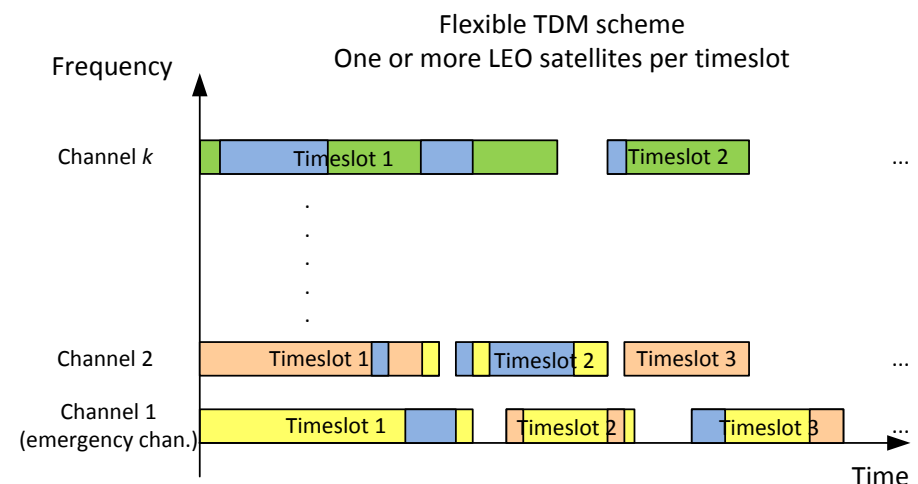


GeReLEO Vielfachzugriffs- und Multiplexing-Verfahren

- Flexibles MF-TDMA mit variablen Zeitschlitzten im Reverse-Link
- Flexibles TDM im Forward-Link



Reverse Link (LEO → GEO → GS)



Forward Link (GS → GEO → LEO)

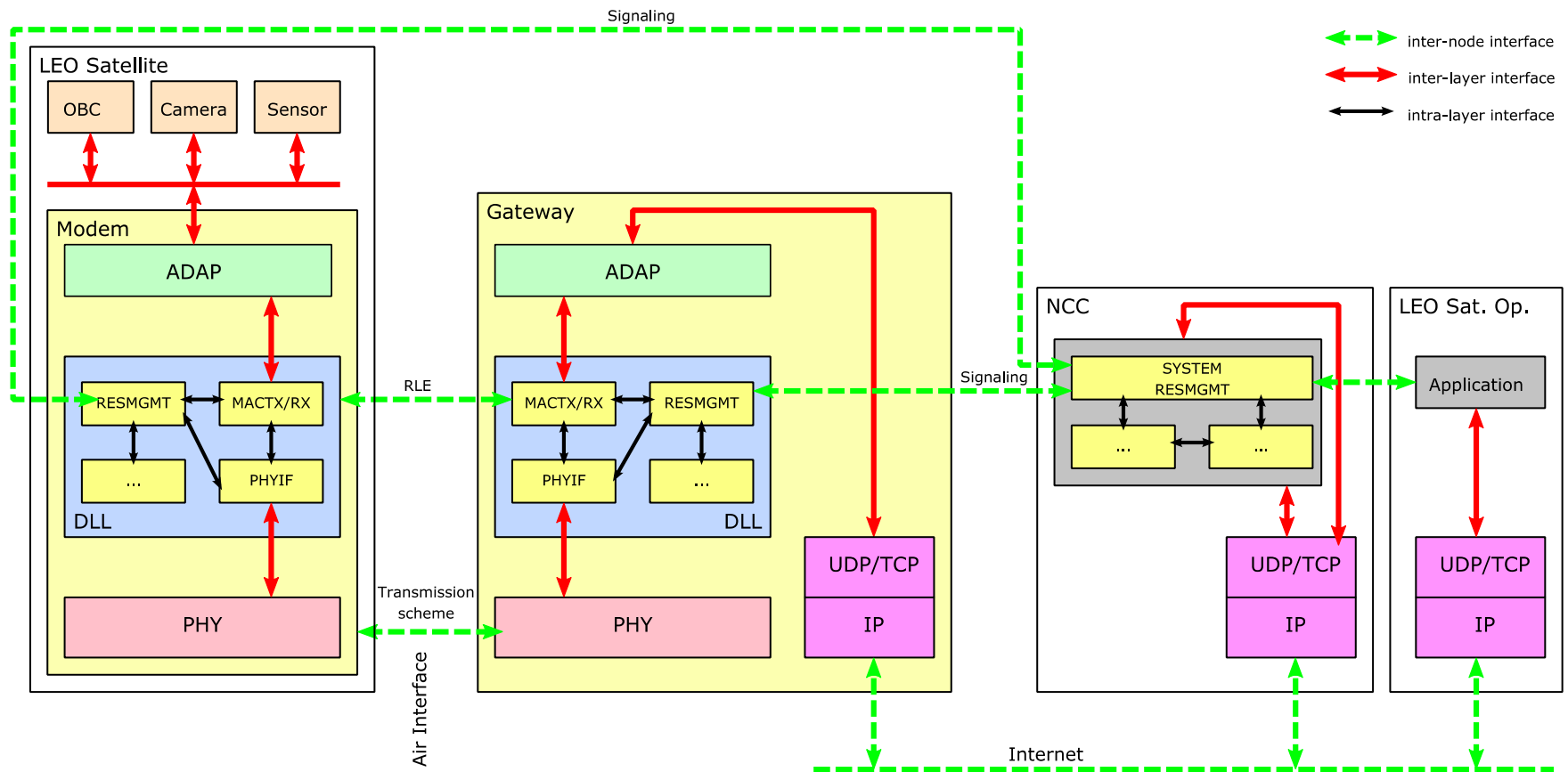


Eigenschaften des entwickelten Data Link Layers

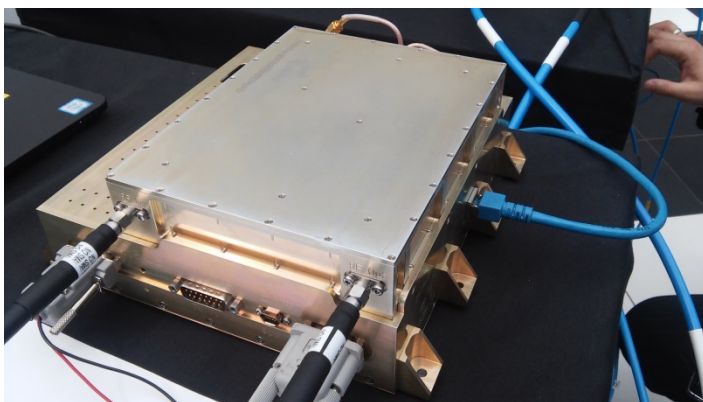
- Flexibles Mehrfrequenz-Zeitmultiplex für die Kommunikation mit mehreren LEO Satelliten
- Unterstützung von Adaptive Coding and Modulation (ACM), Variable Coding and Modulation (VCM) und Constant Coding and Modulation (CCM)
- Skalierbarkeit des Systems: Maximale Flexibilität des Radioressourcenmanagements durch
 - die Verwendung von variablen Zeitschlitzten, Schutzzeiten, Bandbreiten, Sync Word Injection
 - sowie dynamische Frequenzzuweisung und
 - weitere Mechanismen, die die Einhaltung von Service Level Agreements (SLAs) ermöglichen.
- Plattformunabhängigkeit der Softwarearchitektur, d.h. Anbindung an beliebige physikalische Schichten (optisch, RF) und Applikationen möglich



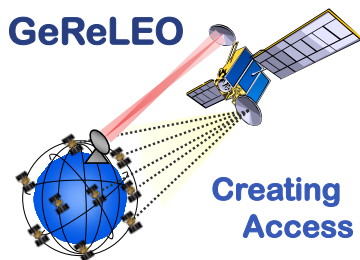
Data Link Layer (DLL) Softwarearchitektur



Implementierung als Engineering Model im GeReLEO-MODULOS Projekt



Size	223 x 203 x 80mm ³
Mass	2.5 kg
DC Power Supply	28 V
Power Consumption	22 W
Ka-band TX frequency	25.995 GHz
Ka-band RX frequency	23.040 GHz
IF interface	70 MHz



Zusammenfassung und Ausblick

- Mehrbenutzerfähiges Datenübertragungsprotokoll für ein geostationäres Relaisatellitensystem wurde entwickelt:
 - flexibles Vielfachzugriffsverfahren zur Unterstützung mehrerer LEO Satelliten im gleichen GEO Beam
 - adaptive Codierung und Modulation zur Anpassung an zeitvariante Übertragungskanäle
- Datenübertragungsprotokoll wurde auf einem Modem mit ARM Prozessor (eines FPGAs) implementiert und demonstriert
- Ausblick
 - Miniaturisierung des LEO Modems für kleine/leichte Satelliten (oder UAS, Rover, etc.)

